

# MÁQUINA DE TURING

1. Introducción
2. Definición y ejemplos
3. Máquina de Turing Universal (MTU)

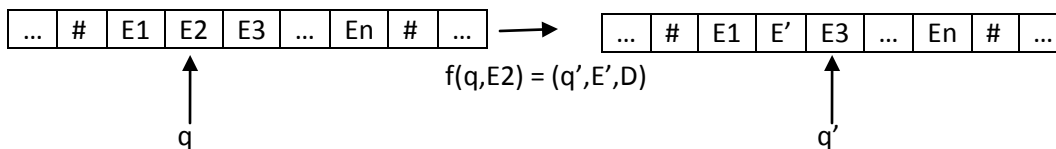
## 1. Introducción

Para cualquier lenguaje de tipo 0, existe una MT que lo acepta. La memoria de la máquina de Turing es infinita.



#=celda vacía

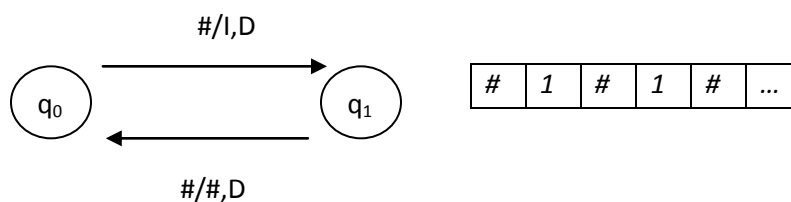
El símbolo leído es borrado y pone un nuevo símbolo (que puede ser vacío). Luego desplaza la cabeza a la izquierda o derecha y actualiza su estado.



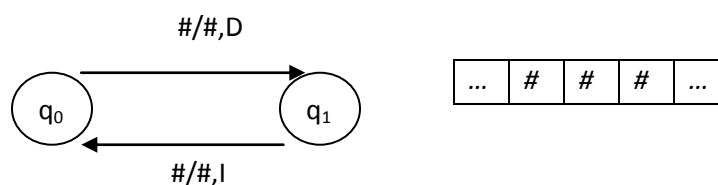
Función de transición:

$$f: Q \times (\Sigma \cup \{\#\}) \longrightarrow Q \times (\Sigma \cup \{\#\}) \times \{l, D\}$$

Ejemplo



Ejemplo



*Ejemplo: Sumador unario*

Cinta introducida  
 $u, v \in 1^+$

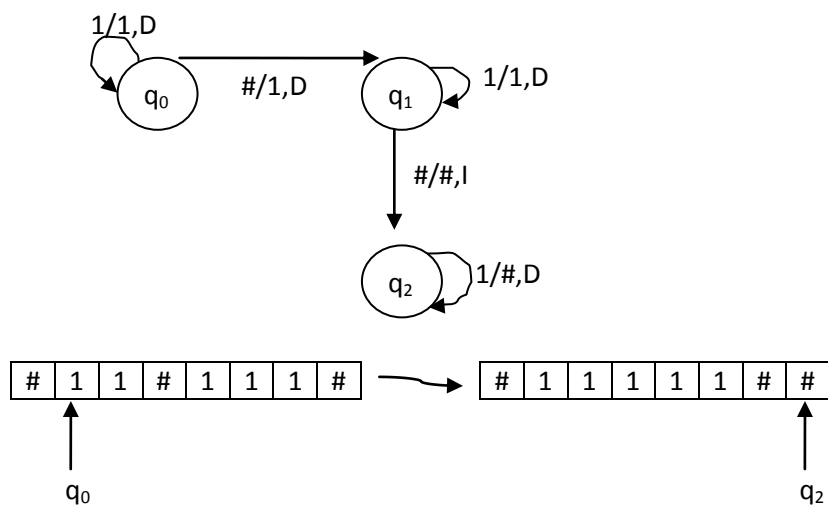
#	u	#	v	#
---	---	---	---	---

Cinta final

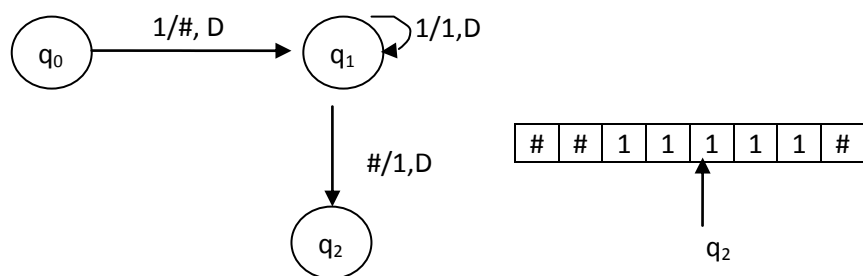
#	#	u	v	#
---	---	---	---	---

1. Escribir un 1 en la celda en blanco y borrar la celda donde estaba el 1.
2. Quitar el primer 1 leído y avanzar hasta encontrar una celda en blanco. Escribir el 1 en la celda #.

1.



2.



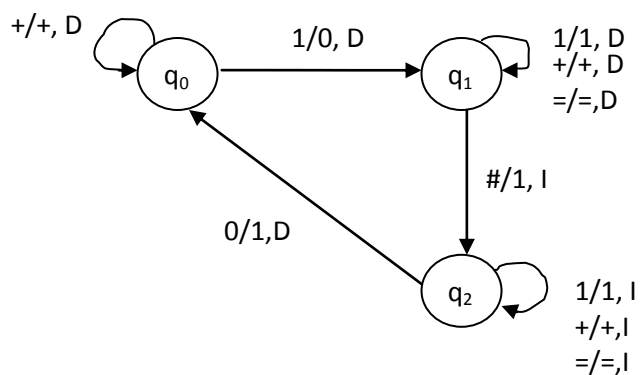
Ejemplo: sumador unario

CI 

#	u	+	v	=	#
---	---	---	---	---	---

CF 

#	u	+	v	=	u	v	#
---	---	---	---	---	---	---	---



$f(q_0, =) = \emptyset$  se para en el igual.

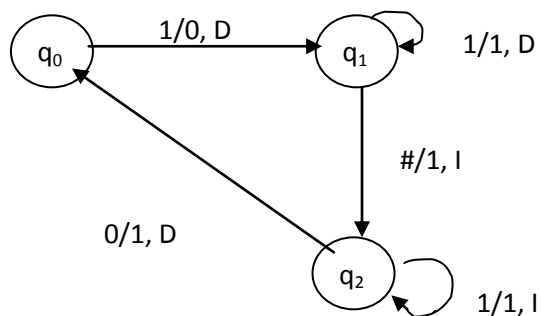
Ejemplo: multiplicador unario

CI 

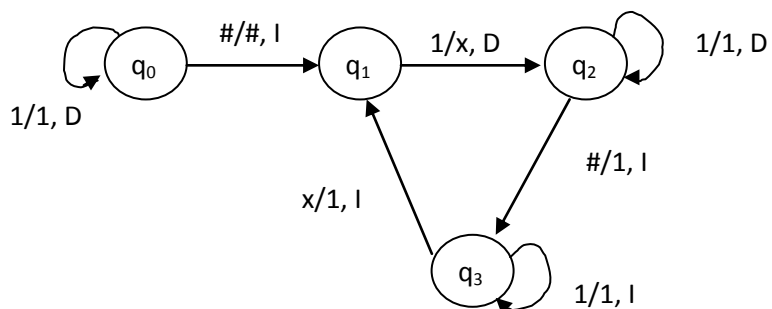
#	w	#
---	---	---

CF 

#	w	w	#
---	---	---	---



Éste es un ejemplo de construcción de la MT. A continuación otro ejemplo:



Ejemplo: Multiplicador unario

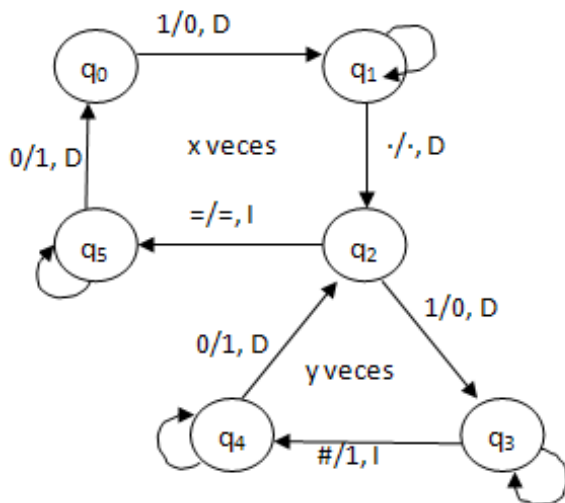
CI 

#	1 <sup>x</sup>	.	1 <sup>y</sup>	=	#	#
---	----------------	---	----------------	---	---	---

$x, y \in 1^+$

CF 

#	1 <sup>x</sup>	.	1 <sup>y</sup>	=	1 <sup>x·y</sup>	#
---	----------------	---	----------------	---	------------------	---



#	1	1	.	1	1	1	=	1	1	1	1	1	1	#
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

copiar 'y' 1's tantas veces como indique x

$f(q_0, \cdot) = \emptyset$

## Maquina de Turing Universal

Son máquinas programables. El programa está almacenado en memoria.

$M(u)=v$

$MTU(M,u) = v$

Ejemplo: tomando la máquina programada para simular el sumador unario

$$f(q_i, e) = (q_j, e', m)$$

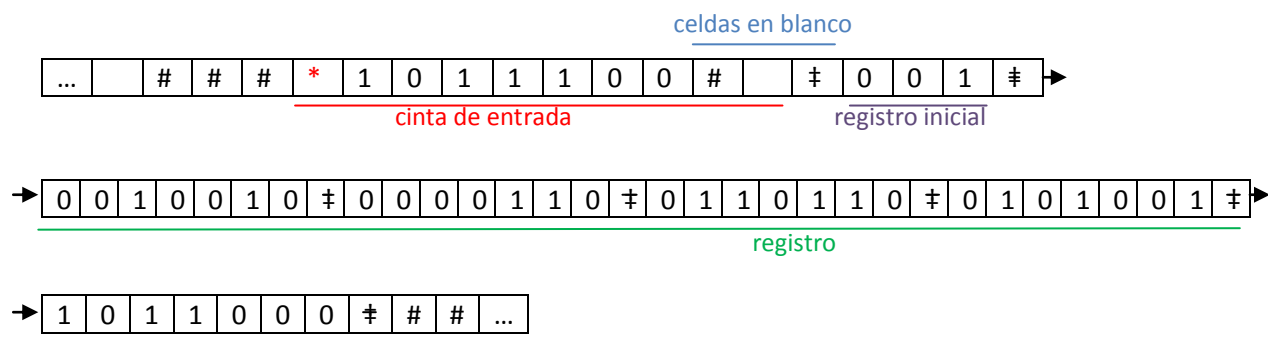
⊥	q <sub>i</sub>	e	q <sub>j</sub>	e'	m	⊥	
---	----------------	---	----------------	----	---	---	--

registro

$q_0 \rightarrow 00$      $1 \rightarrow 1$      $D \rightarrow 0$   
 $q_1 \rightarrow 01$      $\# \rightarrow 0$      $I \rightarrow 1$   
 $q_2 \rightarrow 10$

Esta es la cinta de la máquina de Turing. El símbolo ⊥ indica inicio de información y el símbolo # se llama separador de registros.

A continuación se explica cada uno de los componentes de la cinta.



**Cinta de entrada:** se corresponde con los símbolos que introducimos por primera vez en la máquina de turing.

**\*** : símbolo que indica qué posición de la cinta de entrada estamos leyendo

**Registro inicial:** se corresponde con el estado inicial. 001 quiere decir que comienza en el estado  $q_0$  y lee un 1. Va variando según la ejecución de la máquina.

**Registro:** en él se incluyen todas las configuraciones posibles por las que va a pasar la máquina. Es decir, los estados que tiene el autómata. 0110110 significa que estamos en el estado  $q_1$  (01) leyendo un 1 (1) y que vamos a avanzar al estado  $q_1$  (01) y lo que haremos en este estado es escribir un 1(1) y poner el 'puntero' a la derecha(0).

**NOTA:** detrás de la cinta de entrada se deben de dejar unas celdas en blanco como medida de seguridad para que la posición del 'puntero' no destruya el resto de la cinta.

### Ejecución de la máquina de Turing:

Comienza leyendo el registro inicial. Busca la coincidencia en el registro con ese estado y el símbolo que está leyendo. Realiza la operación y cambia el registro inicial, avanza el símbolo leído según haya ordenado el registro (izquierda o derecha), y vuelve a hacer lo mismo con la nueva configuración.

A continuación se muestra la configuración de la cinta de entrada y el registro inicial en cada movimiento de la máquina:

Inicio

#	*	1	0	1	1	1	0	#	...	‡	0	0	1	‡
---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	---	---	---	---	---

Primer movimiento

#	1	*	0	1	1	1	0	#	...	‡	0	0	1	‡
---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	---	---	---	---	---

Segundo movimiento

#	1	1	*	1	1	1	0	#	...	‡	0	0	0	‡
---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	---	---	---	---	---

Tercer movimiento

#	1	1	1	*	1	1	0	#	...	‡	0	1	1	‡
---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	---	---	---	---	---

Cuarto movimiento

#	1	1	1	1	*	1	0	#	...	‡	0	1	1	‡
---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	---	---	---	---	---

Quinto movimiento

#	1	1	1	1	1	*	0	#	...	‡	1	0	1	‡
---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	---	---	---	---	---

Sexto movimiento

#	1	1	1	1	1	0	*	#	...	‡	1	0	0	‡
---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	---	---	---	---	---